

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

**METODE REGULACIJE ASINKRONOG MOTORA  
POMOĆU FREKVENCIJSKOG PRETVARAČA**

**Diplomski rad**

**Ivan Kovačević**

**Osijek, 2015**

**Zahvala:**

*Ovim putem zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Tomislavu Bariću i sumentorici dr.sc. Vedrani Jerković – Štil na velikoj pomoći tijekom petogodišnjeg studija, a posebno prilikom izrade završnog i diplomskog rada.*

*Zahvalio bih se i svim profesorima i prijateljima, te obitelji, bez čije pomoći i podrške ne bih uspio postići ostvareni rezultat.*

*Ivan Kovačević*

## **SADRŽAJ**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. UVOD .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Zadatak diplomskog rada.....  | 2         |
| <b>2. OSNOVNA TEORIJSKA RAZMATRANJA .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1. Pojam elektromotorni pogon .....  | 3         |
| 2.2. Asinkroni motori.....   | 5         |
| 2.2.1. Konstrukcija i izvedbe AM .....   | 5         |
| 2.2.2. Mehanička karakteristika i karakteristične veličine .....                         | 9         |
| 2.2.3. Metode upravljanja AM .....   | 12        |
| 2.2.4. Promjena broja pari polova .....  | 13        |
| 2.2.5. Promjena klizanja.....  | 15        |
| 2.2.6. Promjena frekvencije.....   | 17        |
| 2.2.7. Dinamički matematički model AM.....   | 19        |
| 2.3. Energetski pretvarač frekvencije .....  | 22        |
| 2.3.1. Impulsno – širinska modulacija PWM .....  | 26        |
| 2.3.2. Skalarno upravljanje.....   | 28        |
| 2.3.3. Vektorsko upravljanje .....   | 29        |
| 2.4. Upotreba frekvencijskih pretvarača u industriji .....                               | 30        |
| 2.4.1. Dizalice.....   | 30        |
| 2.4.2. Drobilice.....  | 31        |
| 2.4.3. Regulirani pogon cirkulacijskih pumpi u TE – TO Osijek .....                      | 32        |
| <b>3. PREGLED FUNKCIONALNOSTI FREKVENCIJSKOG PRETVARAČA SIEMENS MICROMASTER 440.....</b> | <b>35</b> |
| 3.1. Tehnički podaci .....   | 36        |
| 3.1.1. Programiranje digitalnih ulaza i izlaza .....                                     | 40        |
| 3.1.2. Programiranje analognih ulaza i izlaza .....                                      | 42        |
| 3.1.3. Automatsko prilagođavanje motoru .....  | 42        |
| 3.1.4. Upravljanje pomoću potencijometra MOP.....  | 43        |
| 3.1.5. Komunikacija .....  | 44        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2. Načini upravljanja frekvencijskog pretvarača .....   | 45        |
| <b>4. MAKETA ZA UPRAVLJANJE ASINKRONIM MOTOROM POMOĆU<br/>FREKVENCIJSKOG PRETVARAČA SIEMENS MICROMASTER 440 .....</b> | <b>47</b> |
| 4.1. Korišteni elementi.....  | 47        |
| 4.1.1. Električni uređaji i sklopni aparati .....   | 48        |
| 4.1.2. Mehanički dijelovi i elementi.....   | 53        |
| 4.2. Rad makete .....   | 54        |
| 4.2.1. Sheme spoja.....   | 55        |
| 4.2.2. Snimanje radnih karakteristika motora .....  | 57        |
| 4.3. Parametriranje frekvencijskog pretvarača .....   | 60        |
| 4.3.1. Parametriranje digitalnih ulaza.....   | 61        |
| 4.3.2. Parametriranje analognih izlaza .....  | 62        |
| <b>5. ZAKLJUČAK.....</b>  | <b>63</b> |
| <b>POPIS UPOTREBLJENE LITERATURE .....</b>  | <b>64</b> |
| <b>POPIS OZNAKA I SIMBOLA .....</b>   | <b>66</b> |
| <b>SAŽETAK.....</b>   | <b>69</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>70</b> |
| <b>ŽIVOTOPIS.....</b>   | <b>71</b> |
| <b>PRILOZI.....</b>   | <b>72</b> |

**SAŽETAK****Metode regulacije Asinkronog motora pomoću frekvencijskog pretvarača**

Predmet istraživanja ovog rada je izrada makete uz korištenje frekvencijskog pretvarača Siemens Micromaster 440 koji upravlja višebrzinskim asinkronim motorom. Maketa je izrađena u svrhu zamjenjivanja radnog procesa u elektromotornom pogonu. Na početku rada objašnjavaju se teorijska razmatranja pojedinih dijelova elektromotornih pogona, rada asinkronih motora i rada frekvencijskog pretvarača. Navode se detaljni opisi metoda upravljanja asinkronim motorom, kao što je promjena broja pari polova, promjena frekvencije i promjena klizanja. Nadalje dani su opisi vektorskog i skalarnog upravljanja frekvencijskog pretvarača. Opisani su tehnički podaci i dan je pregled svih funkcionalnosti korištenog frekvencijskog pretvarača u maketi. Izrađena maketa je opisana po svim svojim elementima i uređajima koje sadrži. Obavljeno je mjerenje u programu DASYLab – V 6.00.01 u svrhu dobivanja radnih karakteristika motora. Dan je pregled svih korištenih parametara i njegovih funkcija za dobivanje željenog radnog procesa. Cijeli rad je popraćen tablicama, dijagramima, shemama i slikama koje daju cjelokupnu sliku pravog reguliranog elektromotornog pogona.

**KLJUČNE RIJEČI:** asinkroni motor, frekvencijski pretvarač, elektromotorni pogon, skalarno upravljanje, parametri frekvencijskog pretvarača.

**ABSTRACT****Methods of regulation of induction motor using frequency converter**

The subject of this graduate work is the production model that consist of frequency converter Siemens Micromaster 440, which is controls multi – speed induction motor. The model is made for the purpose of replacing the work process in the electric drive. At the beginning of this graduated work the theoretical considerations of individual parts of electric drive, of induction motor operation and frequency converter operation are explained. There are given detailed descriptions for methods used for control of induction motor, such as changing the number of poles, changing frequency and changing slip. Further, there are given descriptions of vector control and scalar control which is using frequency converter. There are described all the technical data and given an overview of all functionality of frequency converter. Production model is described by all elements and devices which it contains. There is done a mesuarement in program DASYSLab – V 6.00.01. in order to obtain the engine perfomance of induction motor. There are given an overview of all parameters and function to obtain working proces. Whole graduate work is accompanied by tables, charts, diagrams and pictures that are given an overall picture of the real regulated electric drives.

**KEY WORDS:** induction motor, frequency converter, electric drive, scalar control, parameters of the frequency converter.